

環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」 (平成 26 年度版)

1 章 放射線の基礎知識と健康影響 Q&A

1. 用語・単位に関する Q&A	4
QA1 放射線、放射能、放射性物質は、どう違うのですか	4
QA2 放射性物質の半減期とは、どういうものですか。「物理学的半減期」と「生 物学的半減期」、「実効半減期」は、どう違うのですか.....	5
QA3 「外部被ばく」と「内部被ばく」は、どう違うのですか.....	7
QA4 放射線に関する単位にはどんなものがありますか.....	8
QA5 シーベルトという単位について教えてください.....	10
QA6 放射能の単位「ベクレル」と「シーベルト」はどう違うのですか.....	12
QA7 放射線の単位について.....	14
QA8 古い論文に放射能の単位としてcやCiが出てきました。これは何ですか.....	15
QA9 等価線量とはなんですか.....	16
QA10 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか.....	17
QA11 放射線加重係数とは、何でしょうか.....	18
QA12 組織加重係数とは、何ですか.....	19
QA13 プルトニウム 241 とはどのような放射性核種ですか.....	20
2. 放射線の数値（検査・測定・規制）に関する Q&A.....	22
QA14 東京電力福島第一原子力発電所事故の前には、身の回りに放射線はなかった のですか.....	22
QA15 普通に暮らしていても日常生活で被ばくしているというのは本当でしょ うか.....	24
QA16 福島原発周辺で検出されたプルトニウムの量は、事故前に検出されたプルト ニウムの量にくらべてどうだったのでしょうか.....	25
QA17 プルトニウム 241 が放出されることは予測されていなかったのでしょうか....	27
QA18 平成 24 年 3 月 8 日に発表された論文において検出されたプルトニウム 241 の結果から、どれくらい被ばくすると考えられますか.....	29
QA19 ホールボディ・カウンタ測定で、何がわかりますか.....	31
QA20 ホールボディ・カウンタによる内部被ばく線量の評価方法について教えてく ださい.....	32
QA21 なぜ小さい子どもはホールボディ・カウンタ測定の対象になっていないので すか.....	33
QA22 尿中のセシウムで内部被ばくを推定できますか。また事故前にはどうだった のですか.....	34

QA23	一日分の尿ならある程度の被ばく量が推定できると聞き、頑張っ	35
QA24	今回の事故に対してとられている放射線に関する基準は、外国に	37
QA25	空間放射線量率は今も福島原発事故が起こる前の数値まで下が	38
QA26	プールに入っても大丈夫ですか	39
3.	放射線の人体への影響に関する Q&A	40
QA27	放射線は、人体へどのような影響を与えるのですか	40
QA28	低線量被ばくによる健康への影響はどのようなものですか	42
QA29	内部被ばくと外部被ばくでは、内部被ばくのほうが影響が大	43
QA30	人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがあります	44
QA31	微量の尿中セシウムによって膀胱がんが増加するのでしょうか	45
QA32	東京電力福島第一原子力発電所の敷地内で微量のプルトニウム	46
4.	胎児・子どもへの影響に関する Q&A	47
QA33	放射線による子どもへの健康影響について教えてください	47
QA34	放射性セシウムの母乳への移行はどれくらいですか	48
QA35	今後妊娠しても大丈夫でしょうか	50
QA36	放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがあります	51
QA37	子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか	52
QA38	ヨウ素 131 は半減期が短いため、今調べてもどれくらい被ば	53
QA39	チェルノブイリ事故のあと、周辺地域に住んでいた子ども達	54
5.	食品・水への影響に関する Q&A	55
QA40	放射性物質で汚染された食べ物のことが報道されていますが、	55
QA41	学校給食に使用される野菜は大丈夫ですか	57
QA42	お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか	58
QA43	放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通している	59
QA44	放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか（野菜など）	60

QA45	放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか。魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください.....	61
QA46	ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制はないのでしょうか。(骨への蓄積について) ...	62
QA47	ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制はないのでしょうか。(規制について)	63
QA48	プルトニウム 241 の食品への移行が気になります	64

公開資料を本資料に収録するに当たり、現時点での状況や広範囲の対象者に合致させる目的から、一部の QA に関しては、質問の修文や回答の部分削除等を行っている。

1. 用語・単位に関する Q&A

QA1 放射線、放射能、放射性物質は、どう違うのですか

「放射線」は物質を透過する力をもった光線に似たもので、この放射線を出す能力を「放射能」といい、この能力をもった物質を「放射性物質」といいます。

懐中電灯に例えてみると、光が放射線、懐中電灯が放射性物質、光を出す能力が放射能にあたります。

放射線には、アルファ (α) 線、ベータ (β) 線、ガンマ (γ) 線、エックス (X) 線、中性子線※などがあります。

放射線はこれらの種類によって物を通り抜ける力が違いますので、それぞれ異なる物質で遮ることができます。

※： α 線、 β 線、中性子線は小さな粒子が高速で飛ぶ粒子放射線で、 γ 線、X 線は電波や光などと同じ電磁波の波長が短い電磁放射線です。

一般に「放射能漏れ」とは「放射性物質漏れ」のことであり、放射線を出す放射性物質が原子力施設の外部に漏れ出すことです。

放射性物質が施設の内部にとどまり、放射線だけが漏れている場合は「放射線漏れ」となります。

出典：消費者庁「食品と放射能 Q&A」(第 9 版) より作成

出典の改訂日：2014 年 11 月 13 日

本資料への収録日：2014 年 3 月 31 日 (第 8 版による)

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA2 放射性物質の半減期とは、どういうものですか。「物理学的半減期」と「生物学的半減期」、「実効半減期」は、どう違うのですか

放射性物質は放射線を放出して別の原子核に変化し、最終的には放射線を出さない安定した物質に変わっていきます。したがって、放射性物質は、自然界に永遠に残るものではありません。放射能は時間が経つにつれて弱まります。

この変化の時間は、核種（放射性物質の種類）ごとに決まっており、元の放射性物質が半分に減少するまでの期間を「物理学的半減期」と呼んでいます。

一方、食品などと一緒に体内に取り込まれた放射性物質は、体内で一部血中に入り、呼吸や汗、あるいは便や尿などの排せつにより体外に排出されます。こうした過程により体内の放射性物質が半分に減少するまでの期間を「生物学的半減期」と呼んでいます。

物理学的半減期と生物学的半減期は並行して進みます。これを「実効半減期」と呼んでいます。例えば、物理学的半減期が約30年と長いセシウム137が体内に取り込まれた場合でも、約3か月で体内の放射性物質は約半分になります（50歳の場合）。

	対象	物理学的半減期	生物学的半減期	実効半減期
セシウム 137	～1 歳	約 30 年	9 日	約 9 日
	～9 歳		38 日	約 38 日
	～30 歳		70 日	約 70 日
	～50 歳		90 日	約 90 日
ヨウ素 131	乳児	約 8 日	11 日	約 5 日
	5 歳		23 日	約 6 日
	成人		80 日	約 7 日

放射性物質の物理学的半減期は、放射性物質の種類によって決まり、調理等の加熱処理などには影響を受けません。また、放射性物質を含む食品を冷凍した場合も、物理学的半減期は同じです。

参考

セシウム (Cs)

セシウムの放射性同位体のうち、セシウム 134、セシウム 137 は、ウラン燃料が核分裂した時に生成される人工の放射性物質です。呼吸や飲食によって体内に入っても、特定の臓器に蓄積する性質（親和性）はありません。

物理学的半減期は、セシウム 134 が約 2 年、セシウム 137 が約 30 年です。

ストロンチウム (Sr)

ストロンチウムの放射性同位体のうち、ストロンチウム 90 は、ウラン燃料が核分裂した時に生成される人工の放射性物質です。口から摂取されたストロンチウムの約 20% が消化管から吸収されます。また、体内のストロンチウムの 99% は骨に蓄積します。物理学的半減期は約 29 年です。

トリチウム ($^3\text{H}/\text{T}$)

トリチウムは水素の放射性同位体です。空気中の水蒸気や水など自然界にも存在しているため、呼吸などによって体に取り込まれますが、速やかに排出され、蓄積しません。

生体に与える影響はセシウムの約 1,000 分の 1 で、物理学的半減期は約 12 年です。

プルトニウム (Pu)

プルトニウムは超ウラン元素の一つであり、原子炉の中でウランの一部が変化して生成されます。口から摂取されたプルトニウムは消化管ではほとんど吸収されません (0.05%)。また、皮膚からもほとんど吸収されません。しかし、一部吸収され血中に入ったプルトニウムは、主に肝臓と骨に蓄積し、長期間残留します。

数種類の放射性同位体があり、物理学的半減期は約 5 時間～ 8.26×10^7 年と種類によって大きく異なります。また、生物学的半減期は肝臓で 20 年、骨で 50 年程度です。

出典：消費者庁「食品と放射能 Q&A」(第 9 版) より作成

出典の改訂日：2014 年 11 月 13 日

本資料への収録日：2014 年 3 月 31 日 (第 8 版による)

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA3 「外部被ばく」と「内部被ばく」は、どう違うのですか

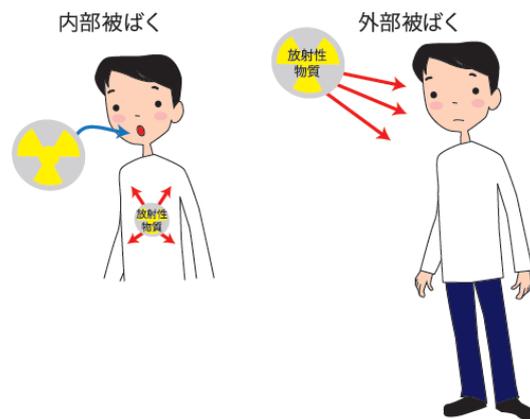
被ばくとは、人体が放射線を浴びることをいい、「外部被ばく」と「内部被ばく」の2つがあります。

「外部被ばく」とは、体の外にある放射性物質から放出された放射線を受けることです。

「内部被ばく」とは、放射性物質を含む空気、水、食物などを摂取して、体内に取り込んだ放射性物質から放射線を受けることです。体内に取り込まれる主な経路には、①飲食で口から（経口摂取）、②空気と一緒に（吸入摂取）、③皮膚から（経皮吸収）、④傷口から（創傷侵入）の4通りがあります。

「外部被ばく」は、放射性物質から離れば、被ばく量が減ります（例えば、距離が2倍になれば被ばく量は1/4になります）。「内部被ばく」は放射性物質が体内にあるため、体外にその物質が排出されるまで被ばくが続きます。

なお、私たちは日常の生活の中でも自然放射線によって「外部被ばく」と「内部被ばく」をしています。



出典：消費者庁「食品と放射能 Q&A」（第9版）より作成

出典の改訂日：2014年11月13日

本資料への収録日：2014年3月31日（第8版による）

改訂日：2015年3月31日

QA4 放射線に関する単位にはどんなものがありますか

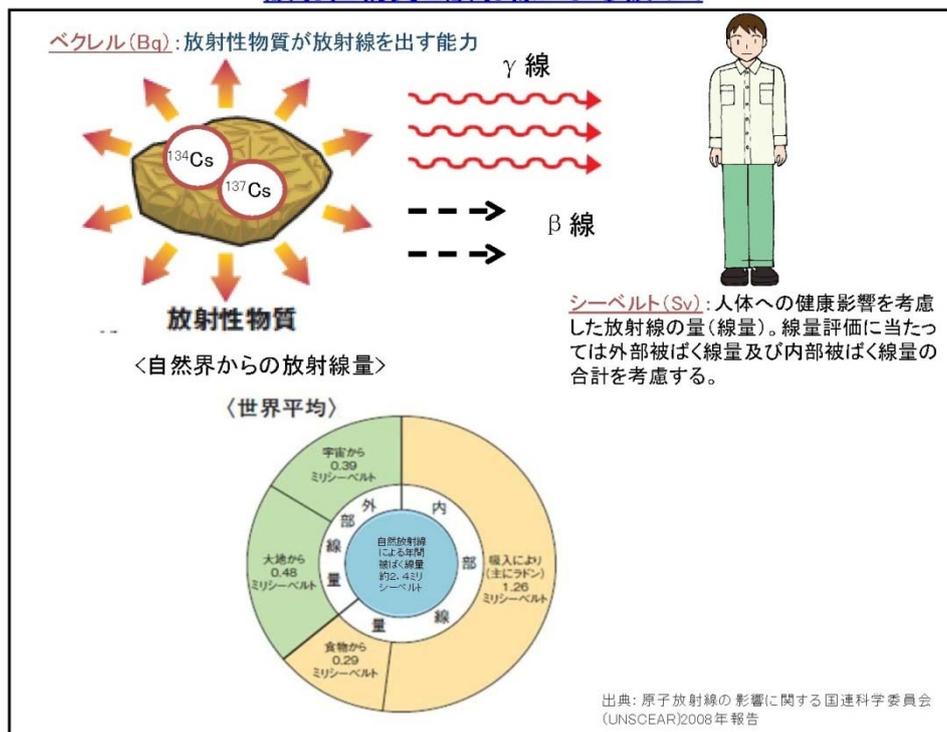
放射性物質が放射線を出す能力や被ばくのレベルを表すにはベクレル (Bq) やシーベルト (Sv) などの単位が用いられます。通常時においても自然放射線等により被ばくを受けています。

放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位をベクレル (Bq) といいます。

一方、人体が受けた放射線による健康影響と関連づけられた被ばく線量を表す単位としてシーベルト (Sv) が用いられます。

放射性物質・放射線は自然界にも存在し、自然放射線から年間あたり 2.4 ミリシーベルト (世界平均) の被ばくを受けています。なお、人体への影響については、自然放射線と人工放射線との差はありません。

放射性物質と放射線による被ばく



参考：高校生のための放射線副読本

http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/1314239.htm

出典：復興庁「避難住民説明会等によく出る放射線リスクに関する質問・回答集」より作成

出典の公開日：2012年12月25日

本資料への収録日：2013年1月16日

改訂日：2015年3月31日

QA5 シーベルトという単位について教えてください

シーベルトという単位を使う数量はいろいろありますが、共通しているのは放射線の人体への影響に関連づけられた数量ということです。このとき、影響の大きさは確率的影響であるがんと遺伝性影響についてだけ考えています。

放射線が通ったときに人体が重量あたりに吸収するエネルギーを吸収線量(単位はグレイ、Gy)といいます。一言に放射線といっても、その種類やエネルギーの強さは様々であり、それによって吸収線量が同じでも人体への影響の大きさが変わります。放射線の種類ごとに影響の大きさを重み付けする係数を放射線加重係数といいます。注目している臓器が吸収した吸収線量に放射線加重係数を掛けたものを等価線量(単位はシーベルト、Sv)といいます。また、各臓器や器官によって放射線による影響の受けやすさが違います。個々の臓器・器官への影響の大きさを重み付けする係数を組織加重係数といいます。たとえば、胃や肺は0.12ですが、甲状腺は0.04となります(国際放射線防護委員会2007年勧告)。臓器や器官ごとに等価線量と組織加重係数をかけて、全身分を足し合わせたものが実効線量(単位はシーベルト、Sv)です。ですから、実際の臓器や器官における被ばく線量(等価線量)は異なっても、実効線量は人体が受けた放射線による全身への健康影響と関連づけられた被ばく線量として表されます。

さらに、内部被ばくの場合には、放射性物質が体内に取り込まれてから排出されるまで放射線を受け続けますので、体内に取り込んだときから一生の間に受ける線量として考えます。これは預託線量と呼ばれ、単位は同じくシーベルト(Sv)です。

このように、シーベルトで表される線量はいくつかありますが、いずれの場合でもシーベルトで表されているときには、被ばくの状態や放射線の種類などのさまざまな条件にかかわらず、一律に“影響の大きさ”を考慮した放射線量として表されています。実効線量が同じであれば、内部被ばくでも外部被ばくでも人体への影響の大きさは同じです。また内部被ばくと外部被ばくを足し算することなど、別々の被ばくの影響を足し算することもできます。

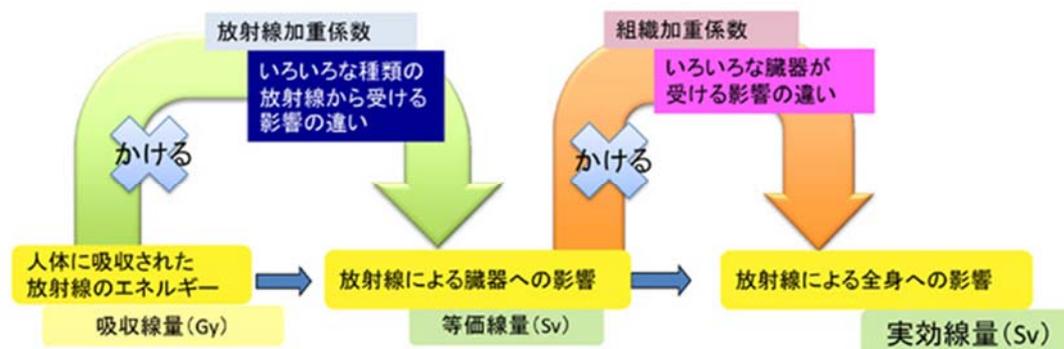


表 シーベルトやグレイを単位とする様々な線量

分類	線量の名称	単位	解説
物理量	吸収線量	グレイ (Gy)	物質（人体を含む）が受ける放射線の量を表す最も基本的な線量。 物質(人体)1kg あたり1ジュール (J) のエネルギーが吸収された場合に吸収線量は1グレイ (Gy)。 各臓器・組織で受けた線量や空気など物質のある場所で受けた線量を表す場合に用いる。測定器である場所の空間線量を測定する場合に、空気の吸収線量で表すことが多い。その場合は空気吸収線量と呼ばれている。
放射線防護量	等価線量	シーベルト (Sv)	ある臓器や組織で受ける平均吸収線量に放射線加重係数を乗じた値。 複数の種類の放射線を受けた場合は、種類ごとに放射線加重係数を乗じた値を総和する。 放射線防護の目的である臓器・組織の線量を評価する場合に用いる。例えば、放射性ヨウ素の摂取による甲状腺がんの影響を推定する場合に、甲状腺の等価線量が評価される。
	実効線量	シーベルト (Sv)	放射線防護の目的で、確率的影響に関して線量を評価する場合に用いる線量。 各臓器・組織に受けた等価線量にその臓器・組織の設定された組織加重係数を乗じて、総和する。 外部被ばくの部分的な被ばくや各々の臓器・組織の内部被ばくの線量を加算することにより全身のリスクに対応した線量。確率的影響についての線量限度は実効線量で評価する。
実用量	周辺線量当量 (1cm 線量当量)	シーベルト (Sv)	ICRU 球と呼ばれる人体を模擬した球の深さ 1cm の点における線量。空間線量の測定器で測定されるシーベルトの値は周辺線量当量での値である。 測定に線量限度、参考レベルなど防護基準は、実効線量で設定されているが、実効線量は実際に測定することが困難である。また、実効線量は放射線が人体に入射する方向や放射線のエネルギーなどの条件によって決まるが、どのような条件においても、実効線量が、周辺線量当量を超えることはない。周辺線量当量での測定値で線量限度を超えない場合は、実効線量でも超えることはない。 我が国の放射線被ばくに関する法令において外部被ばくについての実効線量の算定には、周辺線量当量である 1cm 線量当量の指標を用いることとされている。 市販されているサーベイメータなど簡易測定器の目盛りの $\mu\text{Sv/h}$ 単位は 1cm 線量当量である。
	個人線量当量	シーベルト (Sv)	人体上の特定の点のある適切な深さにおける人体の軟組織中の線量。 電子式個人線量計やガラスバッジは ICRU 球や人体を模擬した直方体の物体に線量計を装着して、個人線量当量で校正されています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013年10月29日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA6 放射能の単位「ベクレル」と「シーベルト」はどう違うのですか

全ての物質は、原子が集まってできています。その中心には原子核があり、その回りを電子が回っています。

放射線は、ある特定の原子核が別の原子核に変化（壊変）する際に放出されます。1Bq（ベクレル）※1は、1秒間に1個の原子核が崩壊して放射線を出す放射能の量で、数値が大きいほど、放射線を放出して壊変する原子核の数が多いことになります。

ただし、放射性物質の種類によって放出される放射線の種類や強さが異なりますので、同じ1,000Bq（ベクレル）の放射能を有していても、放射性物質の種類が違えば、人の体に与える影響の大きさは異なります。そこで、人間が放射線を受けた場合の影響度を示す共通の単位が別にあります。これが、Sv（シーベルト）です。計測結果が同じ1Sv（シーベルト）であれば、人体に与える影響の程度は同じだということになります。

・ Bq（ベクレル）と Sv（シーベルト）は以下のように換算できます。

（例1）

100Bq/kgの放射性セシウム137が検出された飲食物を1kg食べた場合の人体への影響の大きさは、

$100 \times 1.3 \times 10^{-5} \text{※2} = 0.0013 \text{mSv}$ （ミリシーベルト）※3となります。

（例2）

100Bq/kgの放射性セシウム134が検出された飲食物を1kg食べた場合の人体への影響の大きさは、

$100 \times 1.9 \times 10^{-5} \text{※2} = 0.0019 \text{mSv}$ となります。

※1：Bq（ベクレル）の単位が使われる以前には、Ci（キュリー）という単位が使われており、 $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ （ベクレル）で換算できます。また、ある物質によって、吸収された放射線のエネルギーをあらわすGy（グレイ）という単位が使われることもあります。

※2：実効線量係数（mSv/Bq）：放射能の単位であるベクレルから生体影響の単位であるmSv（ミリシーベルト）に換算する係数。核種（放射性物質の種類）、化学形、摂取経路別に国際放射線防護委員会（ICRP）などで示されています。上の例では、原子力安全委員会の指針（発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針）で示された数値（経口摂取・成人）を用いています。なお、この数値は放射性セシウム134では 1.9×10^{-5} 、放射性セシウム137では 1.3×10^{-5} となります。

※3 : mSv (ミリシーベルト) は、Sv (シーベルト) の 1/1,000 となります。また、 μ Sv (マイクロシーベルト) は、Sv の 1/1,000,000 です。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA7 放射線の単位について

ベクレル (Bq)

放射能を表す単位。1 ベクレル(Bq)は、1 秒間に 1 個の放射性核種が壊変する場合の放射能を表します。

グレイ (Gy)

放射線が当たった物質が単位質量あたりに吸収したエネルギー量。1Gy は物質 1kg 当たりに 1 ジュール(J)のエネルギーが吸収されることを意味します。

シーベルト (Sv)

人体が放射線を受けた時、その影響の度合いを測る物差しとして使われる単位でグレイを元に放射線の種類による影響の強さと人体組織による影響の違いを考慮したものです。

1 シーベルト=1,000 ミリシーベルト=1,000,000 マイクロシーベルト

1 ミリシーベルト=1,000 マイクロシーベルト

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013 年 10 月 29 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日（2012 年 4 月 13 日公開による）

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA8 古い論文に放射能の単位として c や Ci が出てきました。これは何ですか

これはどちらも古い放射能の単位で、キュリーと呼ばれます。

1953年に国際放射能単位委員会（ICRU: International Commission on Radiological Units）が1秒間に 3.7×10^{10} 個が崩壊する放射性核種の量を1キュリーと呼ぶように決めました。

この単位ができた当初は1gのラジウムの放射エネルギーを示すとされていましたが、このときの1キュリーは1953年の定義で計算すると0.976キュリーとなります。また、現在使用されているベクレル（Bq）はICRUの決議を受け、1978年に導入が決まりました。1キュリーは 3.7×10^{10} ベクレル（370億ベクレル）となります。

キュリーという単位は非常に大きいため、マイクロキュリー μCi （百万分の1キュリー）や、ミリマイクロキュリー $\text{m}\mu\text{Ci}$ （SI接頭辞で表せばナノキュリー nCi 、10億分の1キュリー）などが補助的に使われました。

単位を一覧表にします。横一列が同じ量を示します。

古い単位		現在の単位で示すと	
1c	1Ci	1Ci	$3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$
1 μc	1 μCi	$1 \times 10^{-6}\text{Ci}$	$3.7 \times 10^4\text{Bq}$
1 $\text{m}\mu\text{c}$	1 nCi	$1 \times 10^{-9}\text{Ci}$	37Bq
1 $\mu\mu\text{c}$	1 pCi	$1 \times 10^{-12}\text{Ci}$	0.037Bq

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA9 等価線量とはなんですか

放射線は吸収線量が同じでも、種類によって人体への影響が違うことがあります。臓器や組織が吸収した線量に対し、放射線の種類ごとに影響の大きさを重み付けしたものを等価線量といいます。吸収線量に、放射線の種類やエネルギーによる影響の強さの違いを補正するための係数（放射線加重係数といいます）を掛けて算出します。たとえば、 γ （ガンマ）線と β （ベータ）線の放射線加重係数は1、 α （アルファ）線は20です。臓器によっては特異的に放射線の影響を受けやすく、実効線量での制限では規制が不十分と考えられるものについては等価線量で規制します。例えば、放射性ヨウ素の場合、甲状腺に特異的に集まり放射性ヨウ素から出る放射線が甲状腺組織に吸収されるので、「原子力施設等の防災対策について」では子どもの甲状腺の等価線量で判断します。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

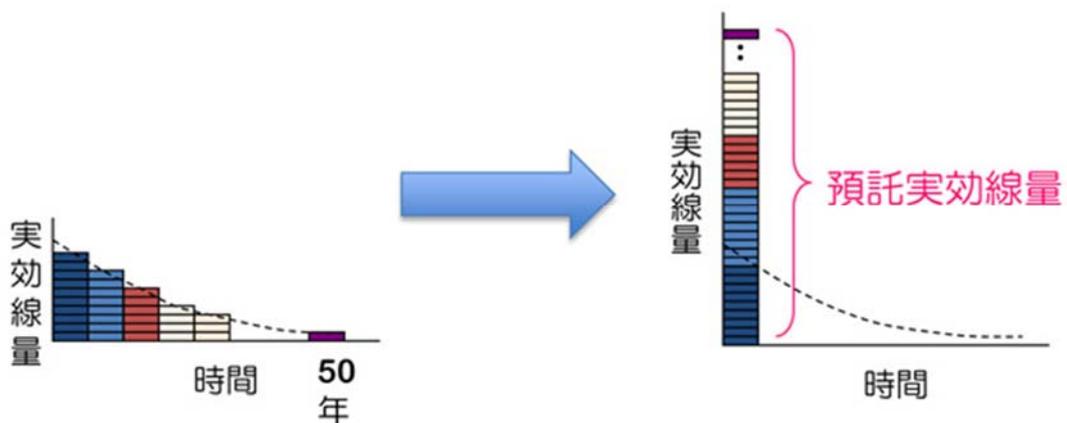
本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA10 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか

内部被ばくの場合は、放射性物質が体内に摂取された後に一定期間体内に留まり、その間は放射線を受け続けることになります。そのため、内部被ばくによる線量は「預託線量」といって、1回に摂取した放射性物質から、将来にわたって受ける放射線の総量を考えます。

体内に取り込んだ放射性物質は、時間とともに体内から減少します。その原因の一つは放射性物質が時間とともに壊れていく物理的要因で、これにより放射性物質の量が半分になる時間を物理学的半減期といいます。物理学的半減期は放射性物質の種類によって決まっています。もう一つは、尿や大便などにより排せつされる生物学的要因で、これにより体外から半量が排出される時間を生物学的半減期といいます。生物学的半減期は、元素の種類やその化学形態によって異なり、また年齢によっても異なってきます。預託線量はこのような違いを考慮して、ある放射性同位元素により人体が受ける放射線量について、一生分を積算した総量です。特に実効線量に着目して一生分を積算した線量を「預託実効線量」と呼びます。この時の一生分とは、大人は50年、子どもは70歳になるまでの年数です。



出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA11 放射線加重係数とは、何でしょうか

放射線による影響は、吸収線量（単位はグレイ）が同じでも放射線の種類やエネルギーによって変わってきます。放射線防護の観点から放射線の種類などによる影響の度合いを重み付けするために使うのが放射線加重係数です。

一般的に、 γ （ガンマ）線よりも中性子線、 α （アルファ）線の方が生物への影響が強くなります。この違いは体の組織などいろいろな違いによって変わってきますが、放射線防護の観点から放射線の種類とエネルギーによって簡単な係数が決められています。ある組織や臓器に吸収された放射線の線量（単位はグレイ）にこの放射線加重係数を掛けると等価線量（単位はシーベルト）が計算できます。下に ICRP 勧告の 1990 年の放射線加重係数を示します。もっと新しい 2007 年勧告も出ていますが、現在の日本の法令・規制では 1990 年の値が用いられています。2007 年勧告でも、光子（X（エックス）線や γ （ガンマ）線など）と電子（ β （ベータ）線など）の放射線加重係数は 1 であり、1990 年勧告と同じです。

ICRP勧告1990年

放射線の種類	放射線加重係数	
光子（エックス線、ガンマ線など）	1	
電子（ベータ線など）、ミュー粒子	1	
中性子	10keV未満	5
	10keVから100keVまで	10
	100keVを超え2MeVまで	20
	2MeVを超え20MeVまで	10
	20MeVを超える	5
陽子（2MeVを超える）	5	
アルファ粒子、核分裂片、重原子核	20	

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA12 組織加重係数とは、何ですか

放射線による影響の受けやすさは、組織や臓器によって異なります。個々の臓器への発がんなどの影響の大きさを重み付けする係数を組織加重係数といいます。臓器ごとに等価線量と組織加重係数をかけて、全身分を足し合わせたものが実効線量（単位はシーベルト、Sv）です。ですから全身分の各臓器の組織加重係数を足し合わせると1になります。

実際には、放射線の影響は性別や年齢などいろいろな条件で違ってきますが、放射線防護の観点から平均的な値が用いられています。下に ICRP 勧告の 1990 年と 2007 年での組織加重係数を示します。現在の日本の法令・規制では 1990 年の値が用いられています。

組織・臓器	組織加重係数	
	1990年	2007年
生殖腺	0.20	0.08
骨髄（赤色）、結腸、肺、胃	0.12	0.12
膀胱、肝臓、食道、甲状腺	0.05	0.04
乳房	0.05	0.12
皮膚、骨表面	0.01	0.01
脳、唾液腺	—	0.01
残りの組織・臓器	0.05	0.12
合計	1.00	1.00

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA13 プルトニウム 241 とはどのような放射性核種ですか

プルトニウム 240 に中性子が当たることなどでできる放射性核種で、通常、自然界にはありません。半減期が 14.4 年であり、プルトニウム 239 やプルトニウム 240 と比較すると半減期がかなり短い核種です。α（アルファ）線をほとんど出さず、β（ベータ）線を出してアメリシウム 241 に変わります。そのため、食べ物を經由して取り込んだ場合の線量係数がα（アルファ）線を放出するプルトニウム 239 やプルトニウム 240 よりも低いという特徴があります。

プルトニウム及びアメリシウム241の比較		
	半減期(年)	特徴
プルトニウム238	87.7	キュリウム242がα線を出すことで生成される主にα線を出してウラン234に変わる
プルトニウム239	24,065	ネプツニウム239がβ線を出すことで生成される主にα線を出してウラン235に変わる
プルトニウム240	6,537	主にα線を出してウラン236に変わる
プルトニウム241	14.4	主にβ線を出してアメリシウム241に変わる
アメリシウム241	432	主にα線を出してネプツニウム237に変わる

経口摂取の線量係数(ICRP72*より抜粋)						
	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
プルトニウム238	4.0×10^{-6}	4.0×10^{-7}	3.1×10^{-7}	2.4×10^{-7}	2.2×10^{-7}	2.3×10^{-7}
プルトニウム239	4.2×10^{-6}	4.2×10^{-7}	3.3×10^{-7}	2.7×10^{-7}	2.4×10^{-7}	2.5×10^{-7}
プルトニウム240	4.2×10^{-6}	4.2×10^{-7}	3.3×10^{-7}	2.7×10^{-7}	2.4×10^{-7}	2.5×10^{-7}
プルトニウム241	5.6×10^{-8}	5.7×10^{-9}	5.5×10^{-9}	5.1×10^{-9}	4.8×10^{-9}	4.8×10^{-9}
アメリシウム241	3.7×10^{-6}	3.7×10^{-7}	2.7×10^{-7}	2.2×10^{-7}	2.0×10^{-7}	7.0×10^{-7}

(単位：Sv/Bq)

* ICRPが発表しているこれらの係数は、注目する放射性核種が壊変して生じる放射性核種による被ばくも考慮されています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

2. 放射線の数値（検査・測定・規制）に関する Q&A

QA14 東京電力福島第一原子力発電所事故の前には、身の回りに放射線はなかったのですか

私たちは原子力発電所事故とは関係なく、もともと自然界からある程度の量の放射線を受けています（日本平均で 1 人当たり年間 2.1mSv（ミリシーベルト）、世界平均で 1 人当たり年間 2.4mSv）。

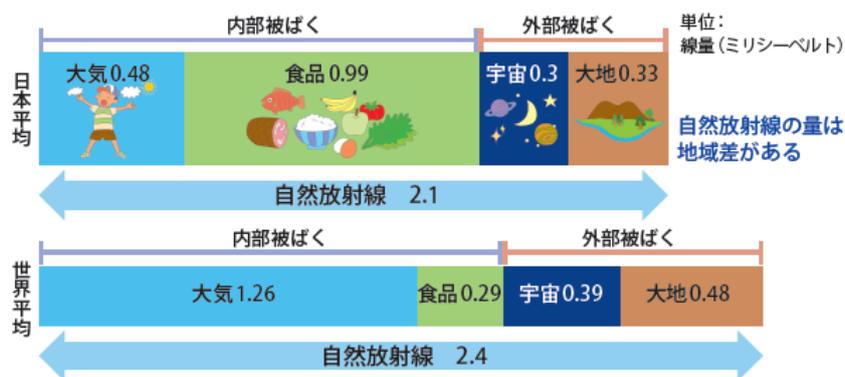
※ mSv（ミリシーベルト）は、Sv（シーベルト）の 1/1,000 です。また、 μ Sv（マイクロシーベルト）は、Sv（シーベルト）の 1/1,000,000（百万分の 1）です。

地球が誕生した時から地球上には放射性物質があり、生物はずっと大地や大気から外部被ばくや内部被ばくをしてきました。また、宇宙にはもっと多くの放射線が飛び交い、一部は地上まで届いています。

食品にも天然の放射性物質が含まれており、カリウム 40 やポロニウム 210 等からあわせて年間約 1mSv の内部被ばくをしています。

自然界にもともと存在している放射線を自然放射線といいます。

■ 私たちが 1 年間に受ける自然放射線 —— 1 人当たりの年間線量

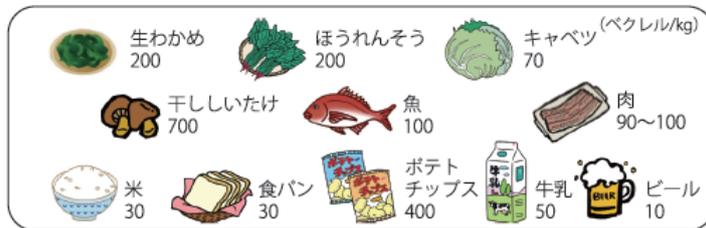


2008年国連科学委員会報告、原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線」(2011年)より

※ 日本の自然放射線からの年間被ばく量（内部被ばくを含む。）は、従来 1.5mSv/年とされていましたが、国内外の論文を検証したところ、主に魚の内臓などに含まれるポロニウム 210 が過小評価されていたため、内部被ばくの線量を上方修正し、2.1mSv/年になりました。

■天然の放射性物質による被ばく

食品中のカリウム40のおおよその量



データの出典：放射線医学総合研究所資料ほか

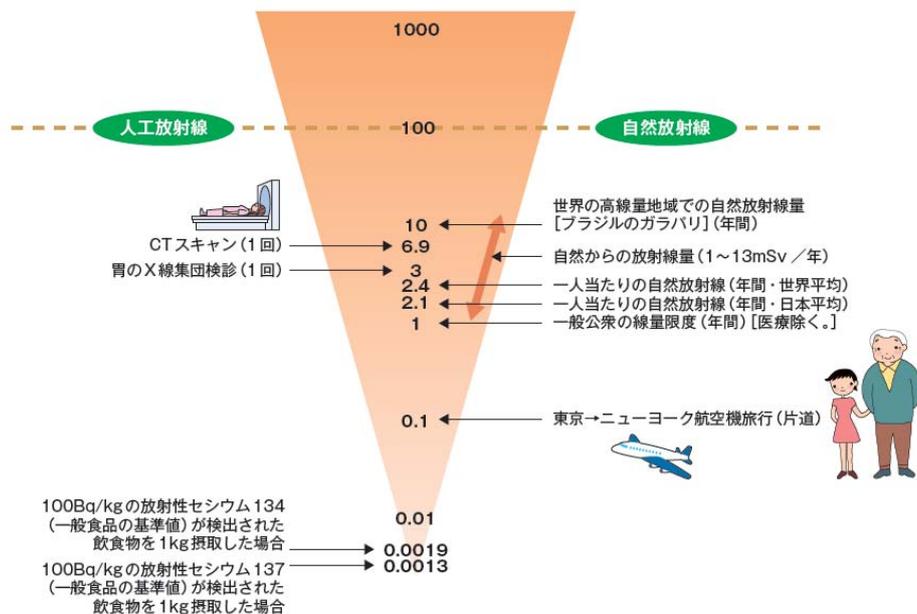
体内に存在する天然の放射性物質

日本人男性（体重約65kg）の場合 （ベクレル/人）	
カリウム40	約4,000
炭素14	約3,600
その他	約 300
合計	約7,900

出典：食品安全委員会資料より改変

※ 天然の放射性物質は、これまでも食品中に含まれていました。もっとも多いのは、カリウム 40 です。人の体内にも、放射性物質が常に存在しています。

■日常生活と放射線（単位：mSv（ミリシーベルト））



出典：文部科学省「日常生活と放射線」、放射線医学総合研究所ホームページをもとに消費者庁において作成

原子力発電所事故によって放出された放射性物質から放射線を受けると、自然放射線に加えて被ばくすることになります。人工の放射性物質と自然の放射性物質とで放出される放射線に区別はなく、生物への影響も差はありません。

出典：消費者庁「食品と放射能 Q&A」（第9版）より作成

出典の公開日：2014年11月13日

本資料への収録日：2015年3月31日

QA15 普通に暮らしていても日常生活で被ばくしているというのは本当でしょうか

普通に生活していても、年間 2.4 ミリシーベルト（世界平均）の放射線を自然界から受けています。自然放射線の量は、地域により差があります。

放射線というと、原子力発電所や病院での被ばくのような人工放射線を連想しますが、自然界にもいろいろな種類の放射線が存在しています。

大地からの放射線は、地球誕生から存在する地球上の放射性物質に由来しています。また宇宙からも放射線が飛んできますし、大気中のラドン等から放出される放射線もあります。また人の体の中には、食物から取り込まれる放射性物質（カリウム 40 など）もあります。

これらの自然放射線の量は世界平均で年間 2.4 ミリシーベルトですが、日本での平均は 2.1 ミリシーベルトと評価されています。

自然放射線の量は地域による差が大きく、世界の中でも高自然放射線地域と呼ばれる地域で、年間 10 ミリシーベルト以上の放射線を受ける地域もありますが、このような地域で健康影響が発生しているという明確な証拠は報告されていません。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

QA16 福島原発周辺で検出されたプルトニウムの量は、事故前に検出されたプルトニウムの量にくらべてどうだったのでしょうか

プルトニウム239と プルトニウム240の和	
今回の値	0.019-1.4mBq/g
過去の値	0.15-4.31mBq/g

平成 24 年 3 月 8 日に発表された論文^{※1}において、福島原発周辺で検出されたプルトニウム(プルトニウム 239 とプルトニウム 240 の和^{※2})の濃度を過去に日本の土で測定した値と比較すると次のような表になり、今回発表された最大値でも範囲内に収まることがわかります。

(プルトニウム 239 とプルトニウム 240 は、それぞれの核種が放出する α (アルファ) 線のエネルギーがほぼ等しいため、 α (アルファ) 線核種の通常の分析では区別して定量できません。)

文部科学省は 2011 年 9 月 30 日に放射線量等分布マップの作成等に係る検討会(第 10 回)を開催し、そこで「 α (アルファ) 線放出核種 (プルトニウム 238、プルトニウム 239+240) 及び β (ベータ) 線放出希少核種(ストロンチウム 89、ストロンチウム 90)のデータの処理について^{※3}」及び「文部科学省による、プルトニウム、ストロンチウムの核種分析の結果について^{※4}」という資料を配付しました。

この資料では、過去のプルトニウムの濃度の範囲と 2011 年 6 月頃の文部科学省の調査で得られたプルトニウムの濃度の範囲が掲載されていますが、掲載されている値は、「放射能を面積で割った値」であり、今回のデータである「放射能を土の重さで割った値」と直接比較することができません。そこで、土の比重を 1.2 として換算すると、事故後の値は、ほぼ過去のデータの範囲内であることがわかりました。

※1 : Jian Zheng et al.:Isotopic evidence of plutonium release into the environment from the Fukushima DNPP accident. Scientific Reports 2, 304 ; DOI:10.1038/srep00304 (2012).

※2、※3 : 参考 URL :

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/017/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2011/10/05/1311753_1.pdf

※4：参考 URL：

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/017/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2011/10/05/1311753_3.pdf

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013 年 10 月 7 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日（2012 年 4 月 13 日公開による）

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA17 プルトニウム 241 が放出されることは予測されていなかったのでしょうか

2011年6月6日に原子力安全・保安院は、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る1号機、2号機及び3号機の炉心の状態に関する評価について」という発表^{※1}を行っています。その中で、大気中への放射性物質の放出量を試算しており、プルトニウム241の他、プルトニウム238、プルトニウム239、プルトニウム240など核種について報告しています^{※2}。

※1：原子力安全・保安院発表資料、参考 URL

<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110606008/20110606008-1.pdf>

※2：原子力安全・保安院発表資料、参考 URL

<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110606008/20110606008-2.pdf>

上記発表資料別添の表5（抜粋）

解析で対象とした期間での大気中への放射性物質の放出量の試算値（ベクレル）

核種	放出量の試算値(Bq)
Pu-238	1.9×10^{10}
Pu-239	3.2×10^{09}
Pu-240	3.2×10^{09}
Pu-241	1.2×10^{12}
Np-239	7.6×10^{13}
Cm-242	1.0×10^{11}

このように、放出は予想されていましたが、実際に検出されたのは今回^{※3}が初めてです。

※3：Jian Zheng et al.:

Isotopic evidence of plutonium release into the environment from the Fukushima DNPP accident. Scientific Reports 2, 304 ; DOI:10.1038/srep00304 (2012).

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2013年10月7日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA18 平成 24 年 3 月 8 日に発表された論文において検出されたプルトニウム 241 の結果から、どれくらい被ばくすると考えられますか

福島第一原発周辺の土壌からプルトニウム 241 が検出されたと報告されたのは 3 カ所です*1。そのうち一番高い値が検出された地域に住み続けた場合、プルトニウム 241 からの線量は、今後 50 年間で 0.44mSv になると推定されます*2。

※1 : Jian Zheng et al.: Isotopic evidence of plutonium release into the environment from the Fukushima DNPP accident. Scientific Reports 2, 304 ; DOI:10.1038/srep00304 (2012).

※2 : 文部科学省による「プルトニウム、ストロンチウムの核種分析の結果について」で使用されている IAEA-TECDOC-955 の条件を用いて計算しました。この計算方法は、一度地面に落ちた放射性核種（この場合はプルトニウム 241）が地面にくっついたまま留まると仮定し、くっついたあとの一定期間（今回は 50 年間）分の実効線量の合計を評価する手法として定められているものです。なお、この実効線量には「土からの外部被ばく線量」と「土の粒子が、風などで舞い上がり、放射性核種を吸入することで起こる内部被ばくの預託実効線量」が含まれます。また、この計算には、半減期や気象による影響も含まれています。詳しくは、文献をご覧ください。

(文献 URL)http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_955_prn.pdf

(解説)

プルトニウム 241 が壊変してできるアメリシウム 241 の危険性が指摘されていますが、プルトニウムの半減期が 14.4 年であるのに対してアメリシウムの半減期は 432 年であり、プルトニウム 241 と比べて長いので、同じ原子の数があったとしてもアメリシウム 241 の方が放射能は小さくなります(具体的にはプルトニウム 241 が 1 の時、アメリシウム 241 は約 1/30.3 になります)。今回検出されたプルトニウム 241 の原子が全てアメリシウム 241 になったと仮定した場合、アメリシウムによる被ばくは同様に計算すると 0.50mSv になります。

原子の数が同じなら半減期が短い方が放射能は大きくなります。たとえば原子の数が 1024 個だった場合、1Bq は 1 秒間に 1 壊変と定義されていますので、

A:半減期が 1 秒 : 1 回だけ半減期を迎えるので、512 個が壊れる。つまり 512Bq

B:半減期が 0.5 秒 : 2 回半減期を迎えるので最初の 0.5 秒で 512 個が壊れ、

次の 0.5 秒ではその半分の 256 個が壊れる。512+256=768Bq

C:半減期が 0.33 秒 : 3 回半減期を迎えるので 512+256+128 個が壊れる。

$$512+256+128=896\text{Bq}$$

このように半減期の長さは $A>B>C$ では、放射能は $C>B>A$ となります。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013年10月7日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA19 ホールボディ・カウンタ測定で、何が分かりますか

体内に取り込まれた放射性核種のうち、セシウム 137 やヨウ素 131 などの γ （ガンマ）線を放出する核種について、測定した時点での体内に存在する放射性核種の種類がどんなもので量がどれくらいかわかります。ただし、ヨウ素 131 のように半減期が短い放射性核種は、福島第一原発事故後の時間経過により減衰してしまった後は検出することができません。また、ストロンチウム 90 は γ （ガンマ）線を出しませんので、ホールボディ・カウンタでは測ることはできません。

放射線医学総合研究所では福島県及び国からの依頼により、約 180 人の計画的避難地域等に在住されていた方の内部被ばく検査を行いました。半数の方で内部被ばく線量は検出限界以下の値でした。検出された方についてもすべての方が、それまでの被ばく線量から推計される預託線量が生涯で 1 ミリシーベルト未満と推定されました。このことから、将来にわたって健康に影響を与えるような被ばくがあったとは考えにくく、そのリスクはたとえあったとしても極めて小さいと考えられます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA20 ホールボディ・カウンタによる内部被ばく線量の評価方法について教えてください

ホールボディ・カウンタ測定で分かるのは、測定した時点で体内に存在する γ （ガンマ）線を放出する核種の量です。この「放射性物質の量」から「被ばく量」を推定するためには、放射性核種が「いつ」「どのように」体内に入ったかを知る必要があります。福島第一原発事故後しばらくの間の評価では、被ばく量の推定に用いる体内に入った時期を「平成23年3月12日に1回の吸入」としていましたが、その後「毎日の食物などから摂取」に変更されています。

放射性セシウムは体内に取り込まれたあと、そのまま留まるのではなく、代謝により体外に排出されます。測定時の量は、排出して減少したあとの結果を見ています。そのため、放射性物質放出の初期（平成23年3月12日）に体内に取り込んだとして計算すると、被ばく量は最大となり、最も安全側の評価になります。一方、子どもは代謝が早いので、例え事故直後の3月12日に吸入していたとしても、半年もすると百分の一に減少しており、このような小さな量を測定する場合は誤差が大きくなります。この誤差を含んだ数値で3月12日まで遡って被ばく量を計算するのでは、科学的に意味のある評価が困難です。むしろ日常の食事などから慢性的に少しずつ体に入っているとして評価した方が現実的であると考えられます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA21 なぜ小さい子どもはホールボディ・カウンタ測定の対象になっていないのですか

ホールボディ・カウンタ測定では、体の中にある放射性物質から出てくる放射線を体の外にある放射線測定器で測ります。放射線の検出の効率は、体と放射線測定器の位置関係（距離）が変われば変わってしまいます。

住民の方のホールボディ・カウンタの測定時間は2～3分間で行われていますが、小さな子どもはこの間じっと動かずにいることが難しく、正確な測定ができないため、測定の対象から外れています。

注) 福島県では、検査実施が困難であった4歳未満の子どもを対象とした検査について、平成25年8月から順次検査を実施しています。

(参考) 福島県 ホールボディ・カウンタによる内部被ばく検査
検査の実施について（県内・県外）

<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/wbc-kensa.html>

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA22 尿中のセシウムで内部被ばくを推定できますか。また事故前にはどうだったのですか

1日分の尿を使用すれば、ある程度推定することができます。しかし、セシウムの尿中への排泄には個人差や年齢差が大きく、推定には比較的大きな誤差が含まれます。また子どもは放射性物質の体外への排泄が早いため、体内に取り入れてからの時間が経過すると推定は難しくなります。

事故前にも大気圏核実験の影響などにより、尿中にセシウム137が検出されていました。1959年11月の2府県の調査によると、中学生45人の尿中1リットルあたり、平均で1.2ベクレル、最低で0.8ベクレル、最高で1.7ベクレルでした^{※1}。この尿中のセシウム137は1960年まで減少し、その後1964年まで急激に上昇しました^{※2}。セシウム134も存在していたと考えられますが、測定データがありません。

※1：Journal of Radiation Research, 3, 120～129, 1962

※2：「第2回放射能調査研究成果発表会論文抄録集」p.46「人尿中のCs-137について」、同第3回、同第6回。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA23 一日分の尿ならある程度の被ばく量が推定できると聞き、頑張って子どもの尿を集め、測定してもらいました。この測定値から、どのように被ばく量を推定するのでしょうか

体の中の放射性物質は、ずっと体内に留まっている訳ではなく、尿や糞中に排泄されます。放射性物質を取り込んでからどのくらいの時間が経つとどのくらいの割合が尿に排泄されるか（尿中排泄率といいます）は、よく調べられています。このデータを使えば、尿中の放射性物質の量から、体内にある放射性物質の量が分かり、体内に取り込んだ時期が分かれば内部被ばく線量を推定することができます。しかし、放射性物質が尿中へ排泄される割合は個人差や年齢差が大きく、また同じ人でも水を多く飲んだり、汗をかいたりなどの条件や体調によってかなり変わります。したがって、できるだけ誤差を小さくするために、普通は1回尿ではなく、一日分の尿を採取して測定するようにしています。

しかし小さな子どもの場合、一日分の尿を集めるのは大変です。放射線医学総合研究所で6月から7月にかけて行った福島県の方109人の内部被ばく検査では、簡便な検査方法を探すために、一回分の尿を測定しました。この時の結果では、残念ながら尿中の放射性セシウムの量とホールボディ・カウンタによる体内の放射性セシウムの量とは相関しませんでした（福島県のホームページに「県民健康管理調査検討委員会資料」として公開されています）。

この時の放射線医学総合研究所の測定では、尿中セシウム濃度は高い方でも1リットルあたり数10ベクレルでした。相関が見られなかったのは、この程度の低い濃度では前述のような誤差が大きいためと考えられます。代謝速度などの揺れ幅の大きさを考えると、この程度の放射性物質の濃度では、たとえ1日尿以上を集めても、誤差は小さくならないと考えられます。

一方、尿中には1リットルあたり約40ベクレルの自然放射性核種であるカリウム40が存在します。カリウム40は放射性セシウムとよく似た放射線（ベータ線とガンマ線。そのエネルギーも似ています。）を放出することを考えますと、仮に尿中から微量の放射性セシウムが検出されたとしても、今回の測定結果では、自然放射線による線量と同等かそれ以下であったと思われます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2013年10月7日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA24 今回の事故に対してとられている放射線に関する基準は、外国に比べて甘いのではないですか

一般の方々、原子力施設に係る作業者についての放射線に対する基準には、国際放射線防護委員会（ICRP）が示した範囲に沿って検討された値が設定されました。

これらの線量の基準は、通常原子力や放射線の使用の場合、緊急事態期の状況および事故収束後の復旧期での基準は、異なる線量の範囲で設定することが示されています。

緊急事態期として設定された基準は今後復旧期の段階として変更される可能性があります。避難のための基準において、チェルノブイリ事故の際の最終的な避難のための基準よりも高いレベルとなっていますが、チェルノブイリ事故でも、事故直後から基準が順次変更されて下げられたという経緯があります。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA25 空間放射線量率は今も福島原発事故が起こる前の数値まで下がっていないのに、事故前と同じ生活をしていいのですか

2011年3月には福島第一原子力発電所から放射性物質の放出が多く有り、気流に乗って流れてきていました。そのため一部の地域では窓を閉め、換気扇を止めるように指導がなされてきました。2011年6月頃には、原発からの大気中への新たな放射性物質の放出はごく微量となっています。2011年9月8日の東京電力(株)の発表によると、2011年7月下旬から2011年8月上旬の2週間の放出は事故直後の2011年3月15日に比べ、1000万分の一程度だそうです。また、東京都健康安全研究センターは、2011年6月1日から2011年9月25日までの約4か月の間で、2011年8月5日(セシウム134と137合計で10.4Bq/m²)および2011年8月6日(セシウム134と137合計で8.4Bq/m²)以外では、ヨウ素とセシウムは不検出と発表しています。

現在の空間線量率が高い原因は、空気中に放射性物質が多いためではなく、地面などに沈着した放射性セシウムが放射線を出しているからです。このセシウムは土に強く吸着されているため、再び空気中に漂い出てくることはほとんどありません。例えば、学校の校庭や幼稚園の園庭などで、風が強い日に砂埃が舞い上がって、それを吸入したとしても、呼吸からの内部被ばく線量は総被ばく量(外部、内部両方)の2～3%程度とされています。つまり、大部分の被ばく要因は地面などからの外部被ばくですので、内部被ばくを心配して、夏に家を閉め切りにしたり、長袖や長ズボンを着たりする必要はありません。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA26 プールに入っても大丈夫ですか

環境省は水浴場の放射性物質に係わる水質の目安について、放射性セシウム（放射性セシウム 134 及び放射性セシウム 137 の合計）が 10Bq/L 以下とする指針（平成 24 年 6 月改定）を示しました。これは現在の水道水の管理目標値（10Bq/kg）と同じです。水道水の管理目標値は飲用のみならず、入浴等に伴う被ばく線量も考慮して設定されています。プールに使用する上水に含まれる放射性物質は検出限界以下となっていますので、こうした上水を使用しているプールなら心配する必要は無いでしょう。

また、屋外のプールなどで、土などがプールの底に落ちているのが気になるかもしれませんが、放射性セシウムは土などに強く付着しており、水中に溶けだしてくることは、あっても極めて微量です。

参考：

文部科学省ホームページ「福島県学校等屋外プールの放射線モニタリング調査結果（速報）」
環境省ホームページ「水浴場の放射性物質に関する指針」

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013 年 10 月 31 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日（2012 年 4 月 13 日公開による）

改訂日：2015 年 3 月 31 日

3. 放射線の人体への影響に関する Q&A

QA27 放射線は、人体へどのような影響を与えるのですか

人間は日常生活の中で放射線を受けると、そのエネルギーにより人体組織を構成する細胞の中の DNA（遺伝子）の一部に損傷を受けます。また、放射線だけではなく、日常生活の様々な事（ストレスやタバコ等）からも DNA は頻繁に損傷を受けています。しかし、こうした DNA の損傷に対して、生物は DNA を修復する仕組み（生体防御機構）を持っているので、ほとんどの細胞は修復され元に戻ります。また、修復されない細胞のほとんどが細胞死して健康な細胞に入れ替わります。

このように、私たちは常に少量の放射線を受けているにも関わらず、普段の生活では健康への影響を特段意識することなく生活しています。

しかし、一度に大量の放射線を受けると、細胞死が多くなり、細胞分裂が盛んな組織である造血器官、生殖腺、腸管、皮膚などの組織に急性の障害が起きるなどの健康影響が生じます。細胞死がある量に達するまでは残っている細胞が臓器や組織の機能を補うため症状は現れませんが、その量を超えると一定の症状が出てくることから、これを確定的影響[※]といいます。

臓器や組織の機能が一時的に衰えても、その後、正常な細胞が増えれば、症状は回復します。大量の放射線を浴び、組織や臓器の細胞のダメージが大きい場合には、影響が残る可能性があります。

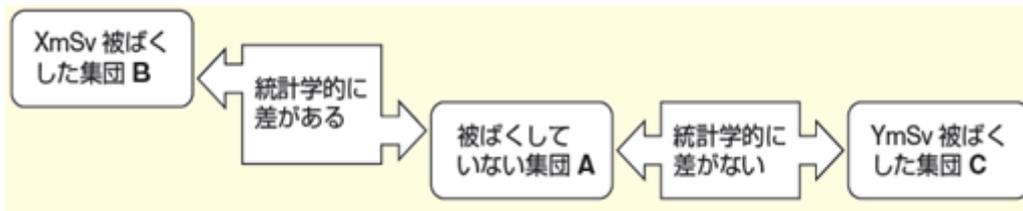
※：確定的影響には、それ以上放射線を受けると影響が生じる、それ以下では影響が生じないという線量があり、これを「しきい値」といいます。

急性の障害などが起こらない量の放射線を受けた場合でも、まれに細胞の中の損傷を受けた DNA（遺伝子）の修復ができないなど誤りが起こることがあり、修復が完全でない細胞が増殖すると、がんなどの健康影響が生じることがあります。理論的には、例え 1 つの細胞に変異が起きただけでも将来、がんなどの健康影響が現れる確率が増加することから確率的影響[※]といいます。

国際的な合意に基づく科学的知見によれば、放射線による発がんリスクの増加は、100 ミリシーベルト以下の低線量被ばくでは、ストレスやタバコ等他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さく、放射線による発がんのリスクの明らかな増加を証明することは難しいとされています。

参考

追加で受けた放射線の影響については、放射線を受けたグループでの健康影響の発生割合と受けていないグループで自然に健康影響が発生する割合を比較する方法などにより評価します。



被ばくしていない集団 A と X ミリシーベルト被ばくした集団 B の健康状態に統計学的に有意な差があれば、X ミリシーベルト被ばくの影響といえます。

追加で受ける放射線の量が減ると健康影響が起こる割合が下がります。他の要因による影響に隠れてしまうほど低い線量レベルでは、被ばくしていない集団と統計学的に有意な差がなくなり、Y ミリシーベルトの放射線による健康影響を証明することは難しいとされています。

■健康影響の例（放射線と生活習慣によってがんになるリスク）

放射線の線量 (ミリシーベルト)	生活習慣因子	がんの相対リスク※
1000～2000	喫煙者	1.8
	大量飲酒(毎日3合以上)	1.6
		1.6
500～1000	大量飲酒(毎日2合以上)	1.4
		1.4
200～500	やせ(BMI<19)	1.29
	肥満(BMI≥30)	1.22
	運動不足	1.19
	高塩分食品	1.15～1.19 1.11～1.15
100～200	野菜不足	1.08
	受動喫煙(非喫煙女性)	1.06
		1.02～1.03
100以下		検出不可能

※:放射線の発がんリスクは広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ(固形がんのみ)であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない。国立がん研究センターホームページ

出典：復興庁「放射線リスクに関する基礎的情報」

出典：消費者庁「食品と放射能 Q&A」(第9版)より作成

出典の公開日：2014年11月13日

本資料への収録日：2014年3月31日(第8版による)

改訂日：2015年3月31日

QA28 低線量被ばくによる健康への影響はどのようなものですか

放射線による発がんリスクは、100 ミリシーベルト以下の被ばく線量では、明らかな増加を証明することは難しいとされています。

広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査の結果から、原子爆弾による短時間での被ばくについては、被ばく線量が 100 ミリシーベルトを超えるあたりから、被ばく線量に依存した発がんリスクの増加が示されています。なお、長期間の継続的な低線量被ばくの場合には、同じ 100 ミリシーベルトの被ばくであっても、より健康影響が小さいと推定されています。

一方、100 ミリシーベルト以下の被ばく線量では、他の要因による発がんの影響によって証明することは難しいとされています。なお、2009 年のデータによれば日本人の約 30% ががんで亡くなっていますが、100 ミリシーベルトを短時間に被ばくすると、生涯のがん死亡リスクは約 0.5% 増加すると試算されています。

放射線と他の発がん要因の比較

喫煙	1,000～2,000 ミリシーベルト相当
肥満 ^{※1}	200～500 ミリシーベルト相当
受動喫煙 ^{※2}	100～200 ミリシーベルト相当
野菜不足 ^{※3}	100～200 ミリシーベルト相当
※1：BMI（身長と体重から計算される肥満指数）23.0～24.9 のグループに対し、BMI \geq 30 のグループのリスク。 ※2：夫が非喫煙者である女性のグループに対し、夫が喫煙者である女性のグループのリスク。 ※3：1 日値 420 g の摂取のグループに対し、1 日当たり 110 g 摂取のグループのリスク（中央値）。	

参考：低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書

<http://www.cas.go.jp/jp/genpatsujiko/info/twg/111222a.pdf>

出典：復興庁「避難住民説明会等によく出る放射線リスクに関する質問・回答集」より作成

出典の公開日：2012 年 12 月 25 日

本資料への収録日：2013 年 1 月 16 日

QA29 内部被ばくと外部被ばくでは、内部被ばくのほうが影響が大きいのではないですか

同じ放射性物質の量（ベクレル、Bq）であれば、体の外にあるときと内部にあるときで影響が違います。外部被ばくでは γ （ガンマ）線の影響を問題にします。透過力が強い γ （ガンマ）線は体の中を通り抜ける過程で、細胞を構成する分子から電子を弾き飛ばします。この弾き飛ばされた電子は体内の組織の中を1~2mm程度飛び、その間にぶつかったさらに多くの分子から電子を弾き飛ばします。内部被ばくの場合は、 γ （ガンマ）線に加えて飛ぶ力の弱い α （アルファ）線や β （ベータ）線の影響を受ける場合があるので、それらの影響も考える必要があります。

また、放射性物質の種類によって、集積しやすい臓器がある場合は、その臓器への影響を個別に考慮する必要があります。これらのことを含めて人体への影響の評価のために考えられたものが実効線量（単位はシーベルト、Sv）です。

体内の放射性物質から受ける内部被ばくの実効線量は、摂取した放射性物質の量（ベクレル）に実効線量係数（シーベルト／ベクレル）を掛けることにより求められます。このようにして得られた実効線量を用いれば、内部被ばくの影響と外部被ばくの影響を同等に扱うことができます。同じ実効線量であれば内部被ばくでも外部被ばくでも影響の大きさは同じです。

また、外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる実効線量を足し合わせることもできます。内部被ばくの場合は特に「預託線量」と言って、その時に摂取した放射能から受ける一生分（大人は50年、子どもは70歳になるまでの年数）の総線量として計算されます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2013年10月29日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA30 人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがありますか

放射線を出す放射性物質[※]には、セシウム 137 やストロンチウム 90 など、核実験や原子力発電などによって生成される人工放射性物質と、カリウム 40 やトリウム 232 など、天然に存在する自然放射性物質があります。人工放射性物質から放出される放射線を人工放射線、自然放射性物質から放出される放射線を自然放射線と言う事がありますが、人工放射線も自然放射線も物理的な放射線の種類としては α （アルファ）線、 β （ベータ）線、 γ （ガンマ）線などであり、同じものです。そのため、同じ種類、同じエネルギー、同じ量の放射線が人体の同じ部位に当たった場合、人工放射線も自然放射線も影響は同じです。自然放射線は体に良く、人工放射線は体に悪いということはありません。どちらも発がんリスクはあるのです。内部被ばくの場合でも人体への影響は、放射性物質の化学的な性質と、放出する放射線の種類やエネルギーによって影響が違ってきますが、“自然”か“人工”かの違いで人体への影響が変わることはありません。

※：この場合、厳密には放射性核種を指します。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA31 微量の尿中セシウムによって膀胱がんが増加するのでしょうか

尿中セシウムによる膀胱がんの発生については、WHO ならびに UNSCEAR の報告において、チェルノブイリ事故による放射線被ばくによる健康影響では小児の甲状腺がん以外の根拠はないと結論付けられており、これが現在の世界的な多数意見です。微量の尿中セシウムによって、膀胱がんが増加したり、膀胱がんに進展する膀胱炎が起きたりすることはないと考えられます。

また、セシウム 137 が 6Bq/L 存在することによる膀胱の被ばく線量は、自然放射性物質で通常我々が受けているカリウム 40 による被ばく線量のおよそ 20 分の一程度です。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

QA32 東京電力福島第一原子力発電所の敷地内で微量のプルトニウムが検出されたようですが、健康への影響はありませんか

プルトニウムは元々自然界にはほとんど存在しない核種です。しかし、現在では微量ですが土壤中に普通に存在します^{※1}。これは1950から1960年代に盛んに行われ、その後1980年代まで続いた大気圏内の核実験に由来するものです。これが、土壤に吸着されて未だに残っているわけです。今回の事故で、測定されたプルトニウムは微量で^{※2}、上記の核実験に由来するものとほぼ同じレベルであり、健康への影響はないと考えられます。

プルトニウムはセシウムやヨウ素のように低い温度で気化することはありません。よって現時点では健康に影響が出るような量のプルトニウムが広範囲に飛散する事はありません。ただ、今後の調査により、海側も陸側もその汚染の広がりを慎重に確認していく必要があります。

※1：原子力規制庁「環境放射線データベース」によると2008年の福島市ではPu-238およびPu-239及び240がそれぞれ0.011～0.22、0.029～4.3Bq/kgが検出されました。過去の放射性物質降下に関するデータは「環境放射能調査 研究成果発表会」の第52回成果論文抄録集もご参照下さい。

※2：東京電力福島第1原発敷地内グラウンドから3月21日に採集した土壤からPu-238およびPu-239, 240がそれぞれ0.54±0.06、0.27±0.04Bq/kg検出されました。同所から8月29日に採取した土からは、それぞれ0.25±0.02、0.12±0.01Bq/kgが検出されています。

参考資料：東京電力ホームページ「福島第一原子力発電所周辺環境への影響」

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2013年10月8日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

4. 胎児・子どもへの影響に関する Q&A

QA33 放射線による子どもへの健康影響について教えてください

1. 高線量被ばくのリスク

さまざまな疫学調査の結果、高線量被ばくの場合、子どもは大人に較べて放射線による発がんの可能性が高いことが知られています。乳がん、甲状腺がん、白血病は、被ばく時の年齢が低いほど発生率が高くなります。被ばく時の年齢が10歳以下（胎児を含む）の場合、生涯にわたるがんの発生率は成人に比べて2～3倍高いといわれています。放射線による影響は、盛んに分裂を繰り返している細胞ほど高くなります。大人に較べ、胎児や子どもは細胞分裂や物質代謝が盛んなので、放射線による影響が高くなります。

2. 低線量被ばくのリスク

100ミリシーベルト以下の低線量被ばくの場合では、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さいため、放射線による発がんリスクの増加は明らかになっておらず、年齢層の違いによる発がんリスク差についても明らかになっていません。

出典：復興庁「避難住民説明会等でよく出る放射線リスクに関する質問・回答集」より作成

出典の公開日：2012年12月25日

本資料への収録日：2013年1月16日

改訂日：2015年3月31日

QA34 放射性セシウムの母乳への移行はどれくらいですか

安定セシウム（放射性ではないセシウム）は、食品や飲料水として摂取した量の 12%、呼吸を通して大気から体内へ取り込んだ量の 4.3%が母乳に移行します（ICRP Publication 95, Table 5.24.1）。放射性セシウムも安定セシウムと同様の動きをすると考えられますので、100 ベクレルの放射性セシウム（セシウム 134 とセシウム 137）を取り込んだと仮定すると母乳に出てくる量を以下のように推定できます。

食品や飲料水として 100 ベクレル摂取すると、

$$100 \text{ ベクレル} \times 0.12 = 12 \text{ ベクレルが母乳へ移行。}$$

呼吸を通して 100 ベクレル摂取すると、

$$100 \text{ ベクレル} \times 0.043 = 4.3 \text{ ベクレルが母乳へ移行。}$$

次に、上記の計算から 100 ベクレルの放射性セシウムを食品や飲料水として取り込んだ場合の被ばく量（預託実効線量^{*1}）を計算してみます。赤ちゃんが母乳の全量を飲み、セシウム 134 とセシウム 137 が同量とすると、換算係数を用いて下記のように計算します。

赤ちゃん（生後 3 ヶ月）の被ばくは

$$\begin{aligned} \text{セシウム 134 は、} & 12 \text{ ベクレル} \div 2 \times 0.026 \text{ マイクロシーベルト/ベクレル} \\ & = 0.156 \text{ マイクロシーベルト} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{セシウム 137 は、} & 12 \text{ ベクレル} \div 2 \times 0.021 \text{ マイクロシーベルト/ベクレル} \\ & = 0.126 \text{ マイクロシーベルト} \end{aligned}$$

合計約 0.3 マイクロシーベルト

お母さんの被ばくは

$$\begin{aligned} \text{セシウム 134 は、} & 100 \text{ ベクレル} \div 2 \times 0.019 \text{ マイクロシーベルト/ベクレル} \\ & = 0.95 \text{ マイクロシーベルト} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{セシウム 137 は、} & 100 \text{ ベクレル} \div 2 \times 0.013 \text{ マイクロシーベルト/ベクレル} \\ & = 0.65 \text{ マイクロシーベルト} \end{aligned}$$

合計 1.6 マイクロシーベルト

放射性セシウムの物理的半減期は約 30 年と長いですが、特定の臓器に集まらずに全身に広がり、また、代謝によって体外に排出されます（生物学的半減期は成人で 80-100 日で半減）。代謝は若年者の方が早いことが知られています。換算係数は年齢による代謝の違いも考慮されています。

また、現在では福島第一原発事故で放出された放射性セシウムは、空气中に殆ど飛散していませんので（首都圏では不検出^{*2}）、呼吸による被ばくは考えなくても良いと考えられます。

- ※1：預託実効線量とは摂取量から将来（大人 50 年、子ども 70 年）を含めた線量です。
- ※2：東京都健康安全研究センターによる放射性降下物の測定では、1 日当たりの放射性セシウム（134 と 137 の両方）は不検出です。ただし、月間降下物としてはセシウム 134 が 3.2 ベクレル/m²、セシウム 137 が 5.4 ベクレル/m²（平成 25 年 1 月）で、ごくわずかですが検出されます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA35 今後妊娠しても大丈夫でしょうか

人間を対象にした調査では、原爆被爆後に妊娠して生まれた子ども（2世）については、今のところ、発がんの上昇や遺伝子の変化などの影響は確認されていません。原爆被爆者の子どもの染色体異常を調べたところ、被ばくしていない人と差がないと発表されています（財団法人 放射線影響研究所のウェブサイト参照）。

動物実験では、数シーベルト相当*の高線量を受けた親動物から生まれた子どもに、遺伝子の変化がごく低い頻度（一個の遺伝子に注目して調べると、1万匹に1匹程度の割合で遺伝子に変化が見つかる）で見られることが知られています。一方、放射線被ばくがない場合でも、数パーセントの新生児に何らかの遺伝的異常があることが知られています。今回の事故に関連して受けた線量は多くないため、放射線被ばくが直接の原因で新生児に何らかの遺伝的異常が現れるとは考えにくいです。

※：シーベルトという単位は動物には使いませんが、ここでは人間との比較でわかりやすいように、シーベルトを使いました。なお、1シーベルトは1,000ミリシーベルトです。

関連リンク：

（公財）放射線影響研究所「原爆被爆者の子供における放射線の遺伝的影響」

<http://www.rerf.or.jp/radefx/genetics/geneefx.html>

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA36 放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがありますか

比較的低い線量（精巣に一度に100ミリグレイ※）でも、まれに男性の一時的不妊が起こることがありますが、自然に治癒しますし、その後の妊娠や子どもへの影響も報告されていません。

治らない不妊は、数グレイととても高い線量（＝全身に受けたら死に至るような線量）を受けた場合に起こると考えられます。

※： γ （ガンマ）線、 β （ベータ）線の場合は、ほぼ1ミリグレイ＝1ミリシーベルトです。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA37 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか

子どもの最も注意すべき甲状腺がんのリスクは、1,000 人の子どもが甲状腺に 100 ミリシーベルト被ばくしたとき、1,000 人中 2 人が発症する程度と試算できます。ただし小児の甲状腺がんは治療でき、平均余命まで生存できます。

なお、日本ではもともと、一年間に 10 万人当たり約 7 人が甲状腺がんにかかるとされています(国立がん研究センターがん情報サービス「各種がん 117 甲状腺がん」より)。

「1,000 人に 2 人」の根拠は、UNSCEAR2006 年報告書記載の、被曝時年齢が 0~19 歳の甲状腺がん罹患の過剰絶対リスク 3.07 (/1 万人・年・Sv) に、平均余命 70 年と 0.1Sv を掛けると、1,000 人に約 2 人となります。また、同じく過剰相対リスク (3.93/シーベルト) に、日本人の甲状腺がん罹患生涯リスク (1,000 人に 6 人) および 0.1 シーベルトを掛けると、やはり 1,000 人に約 2 人となります。

なお、長野県において福島県から避難している子どもの甲状腺検査に変化がみられたとする報道に関しましては、日本小児内分泌学会が「検討の結果、今回の検診で得られた『検査値の基準範囲からの逸脱』はいずれも僅かな程度であり、一般的な小児の検査値でもときにみられる範囲のものと判断しました。なお、これらの検査結果を放射線被ばくと結びつけて考慮すべき積極的な理由はないものと考えます」との声明を出しています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

QA38 ヨウ素 131 は半減期が短いため、今調べてもどれくらい被ばくしたのかわからないと聞きました。子どもが本当はたくさん被ばくしていて、将来甲状腺がんになってしまうのではないかと心配です

ヨウ素 131 は半減期が約 8 日と短いため、今調べてもどれくらい被ばくしたのかはわかりません。しかし、平成 23 年 3 月 26～30 日に、国が福島県いわき市、川俣町、飯館村の 0～15 歳の子ども、計 1,080 人の甲状腺をサーベイメータ（放射線検知装置）で検査したところ、原子力安全委員会が定めた基準値（1 時間あたり 0.2 マイクロシーベルト、一歳児の甲状腺等価線量として 100 ミリシーベルトに相当）を下回っていたことが報告されています（第 31 回原子力安全委員会資料第 4-3 号）。

この地域は、平成 23 年 3 月 23 日の SPEEDI の計算による原子力安全委員会の推定から、連続して一日中屋外で過ごしたという保守的な仮定で行ったものですが、ヨウ素 131 による被ばくが高い可能性があるとして評価されました。そのため、上記の検査が行われ、基準値である 1 時間あたり 0.2 マイクロシーベルトを超えるものがなかったことが確認されました。当初、被ばくが高い可能性があるとして評価されたこの地域では、サーベイメータを用いた実際の検査により、小児甲状腺がんのリスクが高まる被ばく線量にはなっていないことがわかったことから、他の地域の子どもも、そのレベルの被ばくは受けていないものと推測されています。

しかしながら、その他の地域では甲状腺の被ばく線量を実際に測定できなかったことを考え、長期の健康調査の一環として、福島県内のすべての子どもを対象に甲状腺の超音波検査が行われています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013 年 10 月 31 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日（2012 年 4 月 13 日公開による）

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA39 チェルノブイリ事故のあと、周辺地域に住んでいた子ども達に甲状腺がんが多発したと聞きました。実際にはどれくらいの線量を被ばくしていたのでしょうか

チェルノブイリ周辺地域に住んでいた子どもにおいて甲状腺がんが増加したという多くの報告があります。これらの子どもにおける甲状腺がん増加はチェルノブイリ事故によって放出された放射性ヨウ素 131 に汚染されたミルクの摂取による内部被ばくが原因だと考えられています。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書第2巻附属書D「チェルノブイリ事故からの放射線による健康影響」によれば、ベラルーシ、ロシア、ウクライナの汚染地域（土壌表面のセシウム 137 の量が1平方メートルあたり37キロボクレルを上回る地域）の住民全体における甲状腺線量は、1986年に102ミリグレイ、未就学児では289ミリグレイと推定されています。そのうち、ベラルーシで1986年に避難した6歳までの子どもに限ると、その甲状腺等価線量は平均3,796ミリグレイと推定されています。また、チェルノブイリ周辺地域における小児甲状腺がんを調査した Tronko ら（2006年に調査実施）および Zablotska ら（2011年に調査実施）によれば、ウクライナおよびベラルーシの汚染地域の小児の甲状腺線量の中央値は、それぞれ260ミリグレイおよび230ミリグレイとなっています（平均値はそれぞれ770ミリグレイおよび560ミリグレイ）。

上記2つの調査を含めたいくつかの調査では、チェルノブイリ周辺地域の小児において、甲状腺線量の増加とともに甲状腺がんのリスクが直線的に増加していることが示されていますが、線量がどれくらい高くなれば甲状腺がんのリスクが増加し始めるかについてはよく分かっていません。福島第一原発事故によって放出された放射性ヨウ素 131 による甲状腺の内部被ばくは、チェルノブイリ事故によるそれと比べてはるかに低いと考えられますが、福島県では、甲状腺の検査等が継続的に実施されて子どもたちの健康が長期的に見守られていきます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

5. 食品・水への影響に関する Q&A

QA40 放射性物質で汚染された食べ物のことが報道されていますが、野菜などを食べる際に気をつけることはありますか

基準値を上回る放射性物質に汚染された食品については出荷制限が行われていますが、家庭においても、野菜をよく洗う、煮る（煮汁は捨てる）、皮や外葉をむく、などによって、汚染の低減が期待できます。

事故直後には、大気中に放出された放射性物質が葉の表面に付着している状況でした。現在流通している野菜類は、ほとんどの放出が終了した後に植えられたものが出荷されています。つまり、放射性核種は大気からの付着ではなく土壌から根を経由するなどにより植物体内に吸収されて、野菜内部に含まれています。そのため、洗浄の効果は、直接放射性核種が野菜表面に付いていた頃に比べますと低下します。しかし、それでも、ある程度の線量低減効果はありますし、放射性物質を含む土壌等を野菜から落とすということは、放射性核種の除去につながりますので、土壌を落とす、という観点から丁寧に洗浄することをおすすめします。

また、放射性セシウムについては茹でることにより半分程度の線量低減効果が期待できます。なお、一部の野生きのこには放射性セシウムが高濃度に蓄積されることが知られています※。放射性セシウムが規制値を超えるきのこが産出された地域では、自分できのこを採取することは避けた方がよいでしょう。

現在、市販されているきのこは人工栽培物が多く、栽培のための菌床の濃度が高くない限り心配はありません。

※：きのこは元素としてのセシウムを蓄積する傾向にあります。野生きのこ中の放射性セシウムは、その地域への放射性セシウムの沈着量だけでなく、放射性セシウムの土壌中の深さ方向の分布、菌糸の位置、菌の種類等によって変わります。また、土壌中の分布が時間（年）と共に変化すると、きのこ中の濃度も変化することが報告されています。

関連リンク

林野庁ホームページ「野生きのこの採取にあたっての留意点」

<http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/tyuui.html>

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA41 学校給食に使用される野菜は大丈夫ですか

実際に出荷されているほとんどの食品は基準値よりかなり低いものです。また、さまざまな産地のものを食べることにより希釈される効果が期待できます。仮に基準値を超えた野菜を何度か食べたとしても、一回当たりの摂取量を考えると大きな線量にはならないと考えられます。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA42 お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか

市場に流通する食品については検査が行われ、食品の基準値を超えた場合には国や自治体に報告することになっています。そのため店で販売されている食品については問題ありません。

2011年には放射性セシウムが牛肉から検出されましたが、現在、わかっている最高値(3,200ベクレル/kg)の牛肉200gを3か月間毎日食べ続けたとした場合、それにより一生に受ける放射線量は大きくても0.8mSvを超えません(幼児の場合で計算)。現在は出荷制限がかけられ新規に出回ることは殆どないと考えられます。

参考：農林水産省「牛肉からの暫定規制値を超える放射性セシウムの検出について」(平成23年8月2日)

なお、原因となった稲わらは鶏や豚の餌になることはありませんので、この件に関しては豚や鶏は問題ありません。牛肉については農林水産省ホームページから最新情報をご覧ください。

農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/syouan/0720.html>

また、放射線の高い地域付近で狩猟で得た肉(イノシシなど)については含まれる放射性物質が高い可能性があるので安全の確認が必要です。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA43 放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通しているのではありませんか

養殖や漁などにより採取された魚介類については、放射能検査が実施されています。放射性物質の濃度が食品中の基準値を超えた場合には、市場に流通しないように、出荷制限が行われています。

福島沖で採取された魚介類では、食品中の基準値を超えるものがありますが、これは調査のために採取されたもので、市場に流通はしていません。

水産物中の放射能測定の結果は下記に随時報告されていますので、ご参照ください。

関連リンク

食品の放射能データ検索

<http://oku.edu.mie-u.ac.jp/food/>

水産庁「魚介類についてのご質問と回答」

http://www.jfa.maff.go.jp/j/kakou/Q_A/index.html

厚生労働省 食品に関する出荷制限および摂取制限

http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013年10月31日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA44 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか（野菜など）

土から野菜などへの放射性セシウムの移行のしやすさは、植物としての性質、畑など土の成分や性質、肥料などによりさまざまです。一般の農作物で極端に放射性セシウムを蓄積する種類は知られていません。

一部の野生きのこには放射性セシウムが高濃度に蓄積されることが知られています。野生きのこ中の放射性セシウムは、その地域の放射性セシウムの沈着量だけでなく、放射性セシウムの土壌中の深さ方向の分布、菌糸の位置、菌の種類等によって変わります。また、土壌中の分布が時間（年）と共に変化すると、きのこ中の放射性セシウム濃度も変化することが報告されています。放射性セシウムが規制値を超えるきのこが産出された地域では、自分できのこを採取することは避けた方がよいでしょう。一方、現在市販されているきのこは屋内で土の代わりにおがくずや米ぬかを用いた人工栽培物が多く、栽培のための菌床の濃度が高くなる要因が無い限り心配はありません。

その他、シダ植物の一部は蓄積が大きいことが知られています。山菜の中にはシダ植物が含まれますので、自分で山菜狩りをする際は食品検査に関する地域の情報に注意が必要です。

関連リンク

土壤肥料学会「原発事故・津波関連情報」

<http://jssspn.jp/info/nuclear/index.html>

林野庁「野生きのこの採取にあたっての留意点」

<http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/tyuui.html>

林野庁「きのこ・山菜等の放射性物質の検査結果について」

<http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/kensakekka.html>

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

改訂日：2015年3月31日

QA45 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか。魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください

魚介類などの水生生物が放射性物質を体内に取り込む経路は、餌からと水からの経路があります。体内に取り込まれた放射性物質の濃度が、餌や水中の放射性物質濃度より高くなる現象を生物濃縮と言います。濃縮の程度は生物種や部位（筋肉や内蔵など）によって異なりますが、放射性セシウムの場合、一般的にはあまり大きくありません。これは、放射性セシウムが体内に取り込まれても代謝により排出されるためです。また放射性セシウムが体内へ取込まれても、これが特定の部位に濃縮するような水生生物は報告されていません。淡水魚は海産魚と浸透圧調節機構が異なるため、放射性セシウムの排出が遅い事が知られています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012年4月13日

本資料への収録日：2012年12月25日

QA46 ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制はないのでしょうか。（骨への蓄積について）

食品中のストロンチウムの規制についてですが、ストロンチウムの基準値はありません。食品中の放射性核種の基準値はセシウムだけに設定されています。その理由は次の通りです。

まず、基準設定の検討にあたり、福島第一原発事故後の長期的な状況に対応するものであることから、比較的半減期が長く、長期的な影響を考慮する必要がある核種を対象としています。具体的には、大気中に放出されたと考えられる核種のうち、半減期が1年以上の核種すべて（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）を対象にしました。次に、規制対象の核種のうち、セシウム以外の核種については測定に非常に時間がかかることから、移行経路ごとに放射性セシウムとの比率を算出し、合計して年間1ミリシーベルトを超えないように放射性セシウムの基準値を設定しています。他の放射性核種と放射性セシウムとの比率の計算は、穀類、乳製品といった食品分類ごとに行っており、放射性物質の移行に関する食品ごとの特性も考慮しています。具体的には、食品中のストロンチウムについては、事故後の土壌や河川水の試料の測定結果より、放射性核種の存在割合から、ストロンチウムはセシウムの土壌で0.3%、河川水で0.2%として、それぞれ農作物や水産物にこの割合で放射性ストロンチウムが含まれているとしています。

ストロンチウムはカルシウムと化学的性質が似ているため、体内に入ると骨に集積します。しかし、骨に蓄積するから危険ということではなく、危険性は蓄積した量により変わります。実効線量は、放射性物質の代謝や集積する場所での影響も考慮して計算されます。したがって、実効線量であらわされた線量（シーベルト、Sv）が同じであれば、外部被ばくも内部被ばくも影響は同じと考えられています。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013年10月31日

本資料への収録日：2012年12月25日（2012年4月13日公開による）

改訂日：2015年3月31日

QA47 ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制はないのでしょうか。（規制について）

現在、使われている食品の放射性物質に関する基準値に、ストロンチウムは単独では記載されていません。しかし、この基準値を決める際には、ストロンチウムはセシウムと混ぜられているとして一緒に計算されています*。すなわち、比較的短時間で測定可能な放射性セシウム（セシウム 134 とセシウム 137 の合計）の量に注目することで、ストロンチウムの寄与も考慮していることとなります。緊急時には、時間のかかるストロンチウム測定は現実的ではないため、より短時間で測定できるセシウムを測定することで、代表させています。

※：基準値は、事故後の土壌や河川水の試料の測定結果から、ストロンチウム 90 はセシウム 137 の土壌で 0.3%、河川水で 2% として、それぞれ農作物や水産物にこの割合で放射性ストロンチウムが含まれているとして定められています。また、セシウム 134 とセシウム 137 の比は 0.92 としています。

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会報告書「食品中の放射性物質に係る規格基準の設定について」（平成 23 年 12 月 22 日）より

参考：

- ・厚生労働省 「飲食物摂取制限に関する指標について」（平成 10 年 3 月 6 日）
- ・文部科学省放射線モニタリング情報 「福島第 1 原子力発電所の事故に係る陸土及び植物の放射性ストロンチウム分析結果（平成 23 年 3 月 16 日、17 日、19 日）」
- ・文部科学省 「文部科学省による、プルトニウム、ストロンチウムの核種 分析の結果について」
- ・薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会報告書「食品中の放射性物質に係る 規格基準の設定について」（平成 23 年 12 月 22 日）

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2013 年 10 月 31 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日（2012 年 4 月 13 日公開による）

改訂日：2015 年 3 月 31 日

QA48 プルトニウム 241 の食品への移行が気になります

土の中に含まれるプルトニウムは、そこで育てている農作物へはあまり移行しないことが知られています。

農作物の放射性核種の濃度を、育てた土の放射性核種の濃度で割った値を、移行係数と呼びますが、プルトニウムの場合、一番高い値でも約 1/450 (つまり土の濃度が 1 であれば、作物の濃度は 1/450) です (この値は壤土 (粘土と砂が混じった土) で育てた根菜の葉が該当します)。

プルトニウム 241 が崩壊するとアメリシウム 241 に変わります。アメリシウムはプルトニウムよりは土から農作物への移動が大きくなりますが、その移動率は低いとされています。一番高い移行係数は、約 1/30 です (イネ科の茎や芽など)。

参考までにアメリシウムの葉菜の移行係数は約 1/1,900、根菜が 1/1,000、豆類は約 1/2,600 です。

詳細は IAEA の Technical Reports Series No. 472 をご確認ください。

出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関する Q&A」より作成

出典の公開日：2012 年 4 月 13 日

本資料への収録日：2012 年 12 月 25 日

改訂日：2015 年 3 月 31 日